

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Jaakko Hiltunen

TALONRAKENTAMISEN PERUSTUSVAIHEEN LAADUNVARMIS-
TUS

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. +358 50 2606800

Tekijä(t)
Jaakko Hiltunen

Nimeke
Talonrakennuksen perustusvaiheen laadunvarmistus

Toimeksiantaja
YIT Rakennus Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä käsitellään aihetta perustusvaiheen laadunvarmistus. Laadunvarmistus yleisesti sekä erityisesti perustusvaiheen laadunvarmistus on tärkeä aihe, koska perustusvaiheessa tehtyjä virheitä on myöhemmin vaikeaa ja kallista korjata.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä selkeä ja käyttökelpoinen tarkistuslista työmaakäyttöön. Tarkistuslistan laatimiseksi haastateltiin rakennusalan toimihenkilöitä ja tutkittiin alaan liittyviä lakeja, asetuksia, määräyksiä ja kirjallisuutta. Opinnäytetyöraportissa käydään perustusvaihe läpi työvaiheittain. Työvaiheista selvitetään oleelliset asiat, jotta työvaiheet voidaan tehdä laadukkaasti ja annettujen määräysten mukaisesti. Opinnäytetyöraportissa aiheet ja kappaleet on esitetty samassa järjestyksessä kuin tarkistuslistassa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin tarkistuslista työmaakäyttöön. Tarkistuslista toimii työnohtajien apuvälineenä perustusvaiheen laadunvarmistuksessa. Talonrakentamisen perustusvaihetta sekä rakentamista yleisesti on käsitelty kattavasti laeissa, määräyksissä ja ohjeissa. Näiden tietojen perusteella on mahdollista rakentaa laadukkaasti. Jos perusrakenteissa on virhe tai laatu poikkeama, on todennäköisesti joku rakentamisen osapuoli toiminut annettujen määräysten tai ohjeiden vastaisesti.

Kieli
suomi

Sivuja 31
Liitteet 2
Liitesivumäärä 8

Asiasanat
laatu, laadunvalvonta, perustukset, pohjarakennus

**THESIS****April 2014****Degree Programme in Civil Engineering**

Karjalankatu 3

80200 JOENSUU

FINLAND

+358 50 2606800

Author(s)

Jaakko Hiltunen

Title

Quality Control in the Foundation Stage of House-building

Commissioned by

YIT Construction Ltd.

Abstract

The subject of this thesis is quality control in the foundation stage of house-building. Ascertaining the quality of a building is generally significant and it is especially important in the foundation stage. It is expensive and demanding to later repair mistakes made in building the foundation.

The aim of this thesis was to develop a practical checklist for use on construction sites. The development of the checklist involved interviews with construction officials and research of construction-related legislation, regulations and literature. In the thesis report the foundation stage is covered phase by phase. Different phases are described in enough detail to ensure that work could be done in accordance with the regulations. In the thesis report the subject matter and chapters are presented in the same order as in the checklist.

The result of this thesis was a checklist for use on construction sites. The checklist is intended to aid construction managers in the quality control tasks of foundation stage.

The general and specific regulations for house-building have been widely defined in the legislation and regulations. By following these regulations it is possible to produce good-quality buildings. If there are any weaknesses in the basic structures it is very likely that work has been done against the provided regulation and guidelines.

Language

Finnish

Pages 31

Appendices 2

Pages of Appendices 8

Keywords

quality, quality control, foundation, foundation structure

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Perustusvaihetta yleisesti koskevat lait ja määräykset.....	6
3	Perustusvaiheen laadunvarmistus työvaiheittain	7
3.1	Hankkeen aloitus	7
3.2	Työvaiheen aloitus.....	8
3.3	Raivaus ja purku	10
3.4	Kaivutyö ja louhinta.....	11
3.5	Pohjavesi	14
3.6	Paalutus.....	15
3.7	Viemärit	17
3.8	Salaojat.....	18
3.9	Sadevesi	20
3.10	Kapillaarikatko	20
3.11	Anturat ja sokkelit	21
3.12	Vedeneristäminen	22
3.13	Materiaalien tuotekelpoisuudet	23
3.14	Täyttötöyt	24
3.15	Radon	25
3.16	Routasuojaus.....	25
3.17	Piha- ja liikennealueet sekä kylmät piharakennukset.....	26
4	Opinnäytetyön tekemisen vaiheet.....	27
4.1	Tietoperustan kokoaminen	27
4.2	Haastattelut.....	27
4.3	Tarkistuslistan laatiminen	28
4.4	Teoriapohjan liittäminen tarkistuslistaan	28
5	Tulokset	29
6	Pohdinta.....	29
	Lähteet.....	31

Liitteet

- Liite 1 Haastattelulomake ja haastattelutulosten koonti
- Liite 2 Perustusvaiheen laadunvarmistuksen tarkastuslista

1 Johdanto

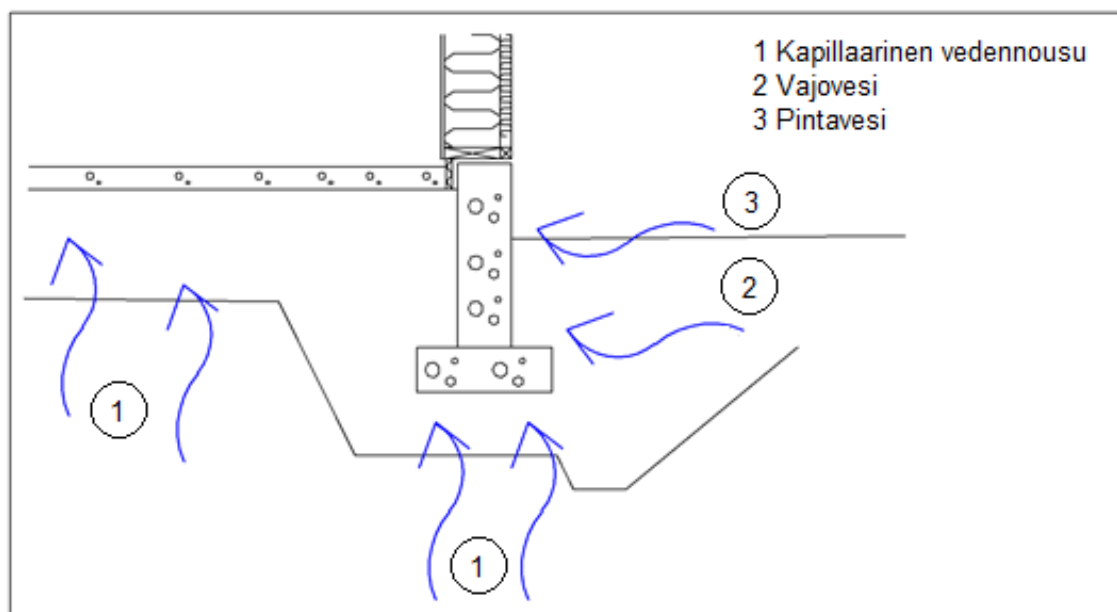
”Talonrakennuksen perustusvaiheessa pienillä virheillä voi saada aikaan sellaista, minkä korjaaminen on myöhemmin vaikeaa, ellei jopa mahdotonta.” Näin totesi YIT Rakennus Oy:n työpäällikkö, kun pohdimme opinnäytetyön aihetta.

Tämä opinnäytetyö käsittelee talonrakennuksen perustusvaiheen laadunvarmistusta. Aihe on tärkeä, koska perustuksen rakenteet ja maaperä kantavat koko rakennuksen kuormat. Toinen tärkeä tekijä on perustusten suuri kosteusrasitus (kuva 1) ja siitä johtuvat kosteusongelmat.

Opinnäytetyö tehdään YIT Rakennus Oy:lle ja työn tarkoituksena on luoda tarkistuslista työmaakäyttöön. Tarkistuslista sisältää toimenpiteet, jotka täytyy tehdä, että rakentaminen täyttää viranomaismääräykset ja rakentaminen toteutetaan laadukkaasti.

Opinnäytetyön tietomateriaalina on YIT:n työnjohtajille tekemät haastattelut, lainsäädäntö, Suomen rakennusmääräyskokoelma ja aihetta käsittelevä kirjallisuus.

Opinnäytetyössä käsittelen ensiksi perustusvaiheeseen liittyviä viranomaismääräyksiä. Sen jälkeen käyn läpi perustusvaihetta työvaiheittain, joita ovat raivaus ja purku, kaivutyöt, perustusten teko, maatäyttö ja eristäminen. Tämän jälkeen on kirjallisuuden ja haastattelujen perusteella koottu tarkistuslistan perustusvaiheesta. Lopuksi tulee pohdintaosio, jossa arvioin työn tuloksia, onnistumista ja kehittymismahdollisuuksia.



Kuva 1. Perustusrakenteiden kosteusrasitukset.

2 Perustusvaihetta yleisesti koskevat lait ja määräykset

Maankäyttö- ja rakennuslaissa käsitellään rakentamista yleisellä tasolla. Lakia tarkennetaan maankäyttö- ja rakennusasetuksissa. Lisäksi maankäyttö- ja rakennuslakiin nojautuen on tehty rakennusmääräyskokoelma (RakMk), missä selvitetään rakentamiseen liittyviä määräyksiä ja velvoitteita (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 13. §).

Rakentamisessa tulee noudattaa hyvää rakennustapaa. Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että siihen kohdistuvat rakennus- ja käytönaikaiset kuormat eivät aiheuta sortumista eivätkä lujuutta tai vakautta haittaavia muodonmuutoksia (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 117. a §).

Rakennus on tehtävä terveelliseksi ja turvalliseksi. Rakennuksen sisäilma-, kosteus-, ja lämpöolosuhteet eivät saa aiheuttaa vaaraa käyttäjän terveydelle tai turvallisuudelle. Rakennuksessa on myös käytettävä sellaisia tuotteita, että ne eivät aiheuta sisäilmaan haitallisia päästöjä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 117. c §.)

Rakennustyöstä on pidettävä tarkistusasiakirjaa. Tarkistusasiakirja sisältää olennaiset asiat siitä, että rakentaminen on tehty annettujen säädösten ja määräysten, hyväksyttyjen suunnitelmien ja hyvän rakennustavan mukaan. (RakMk A1, 7.1.) Lisäksi pohjarakennustöistä on tehtävä erillinen suorituspöytäkirja, johon tulee liittää asianmukaiset mittausdokumentit pohjarakennusvaiheesta (RakMk B3 5.4.1).

3 Perustusvaiheen laadunvarmistus työvaiheittain

3.1 Hankkeen aloitus

Rakennuksen rakentamiseen on oltava rakennuslupa. Ennen rakentamisen aloitusta on rakennushankkeelle oltava kunnan rakennusvalvontaviranomaisen hyväksymä vastaava työnjohtaja, joka vastaa, että rakennustyö suoritetaan annettujen säännösten ja määräysten mukaan. Ennen rakentamisen aloitusta on myös tehtävä aloitusilmoitus kunnan rakennusvalvontaan sekä pidettävä rakennusluvan ilmoittama aloituskokous. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 121. - 149. §.)

Rakennuslupahakemukseen on liitettävä selvitys rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista (Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999, 49. §). Selvityksessä tulee selvittää rakennuksen korkeusasema, mahdolliset pohjavedenpinnan muutoksesta aiheutuvat haitat, rakennuspaikasta riippuva mahdollinen tulvariski, maaperän radonpitoisuus, mahdolliset saastuneet maamassat sekä rakentamisesta terveydelle tai ympäristölle aiheutuvat vaarat (RakMk A1, 5.4.1.). Rakennus- tai purkulupa on liitettävä myös selvitys rakennusjätteen määrästä ja laadusta (Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999, 55. §).

Rakentamispaikan perustamis- ja pohjaolosuhteet selviävät rakennuspaikalta tehtävästä pohjatutkimuksesta. Pohjatutkimuksesta on löydyttävä tiedot rakennuspaikan pinnanmuodoista, maapohjan kerroksista, kalliopinnan sijainnista, maakerrosten ja kallion ominaisuuksista sekä pohjavesiolosuhteista. Lisäksi

pohjatutkimuksessa voidaan tarvittaessa selvittää läheisten rakennusten maanalaisten rakenteiden sijainti ja kunto. (RakMk B3, 2.1.1.)

Ennen rakentamiseen ryhtymistä on selvitettävä rakentamisesta aiheutuvat haitat lähiympäristön luontoon sekä ympärillä oleviin rakennuksiin ja rakenteisiin. Jos haitallisia muutoksia on odotettavissa, niistä on tehtävä riittävän laajat ja yksityiskohtaiset katselmukset ja laadittava tarkkailuohjelma. (RakMk B3, 2.10.1.)

Rakennushankkeella on oltava pääsuunnittelija, joka vastaa siitä, että eri suunnitelmat muodostavat yhden kokonaisuuden. Erityissuunnittelijaksi pitää olla nimetty henkilö, joka vastaa oman alansa suunnittelusta. Jokainen suunnittelija vastaa, että suunnitelma täyttää omalle suunnittelualueelle annetut säännökset, määräykset ja hyvän rakennustavan vaatimukset. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 120. a-c §.)

Kunnalle on tehtävä ilmoitus ennen kuin työt aloitetaan kadulla tai yleisellä alueella. Työt voidaan aloittaa heti kun siihen on saatu lupa tai luvan hakemisesta on kulunut yli 21 vuorokautta ja kunta ei ole käsitellyt hakemusta. Ilmoitukseen on liitettävä selvitys, jossa selvitetään tarvittavassa laajuudessa työjärjestelyt. Kunta voi ilmoituksen johdosta antaa myös määräyksiä työn toteuttamiseen kadulla tai yleisellä alueella. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978, 14. a §.)

3.2 Työvaiheen aloitus

Rakentamisen päätoteuttajan on tehtävä ennen työvaiheen aloittamista kirjallinen suunnitelma työn turvallisuuden varmistamiseksi. Suunnitelmassa on huomioitava rakennuttajan työturvallisuusasiakirjan tiedot. Päätoteuttajan on selvitettävä työvaiheen riskit ja haitat työntekijöille sekä suunniteltava toimenpiteet niiden poistamiseksi. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 10. §.)

Erityistä huomiota työnturvallisuussuunnitelmassa on kiinnitettävä seuraaviin seikkoihin:

- 1) työmaan järjestelyt sekä hyvän järjestyksen ylläpito työpisteissä ja materiaalien käsittelyssä eri rakennusvaiheissa
 - 2) räjäytys-, louhint- ja kaivutyöt
 - 3) maapohjan kantavuus ja kaivantojen tuenta
 - 4) rakennustyönaikainen sähköistys ja valaistus
 - 5) työmenetelmät
 - 6) koneiden ja laitteiden käyttö
 - 7) nostotyöt ja siirrot
 - 8) putoamissuojauksen toteuttaminen
 - 9) työ- ja tukitelinetyö
 - 10) elementtien, muottien ja muiden suurten rakenteiden varastointi, nostot ja asennus
 - 11) pölyn vähentäminen ja sen leviämisen estäminen
 - 12) työhygieenisten mittausten menettelyt
 - 13) purkutyö
 - 14) eri töiden ja työvaiheiden tosiasiallinen ajoitus ja kesto sekä niiden yhteensovittamisen järjestäminen rakennustöiden edistymisen mukaan
 - 15) eri töiden ja työvaiheiden yhteensovittaminen rakennustyömaalla tai rakennustyön vaikutuspiirissä toteutettavan teollisen toiminnan, muiden vastaavien työtoimintojen ja yleisen liikenteen kanssa
 - 16) vaaraa aiheuttavat putkistot ja sähkökaapelit
 - 17) henkilösuojainten käyttötarpeet ja -ajankohdat
 - 18) toiminta tapaturmissa ja onnettomuustilanteissa.
- (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 10. §.)

Työnantajan on perehdytettävä työntekijä niin, että työntekijällä on riittävät tiedot tulevan työn haitta- ja vaaratekijöistä sekä niiden ehkäisystä, työolosuhteista ja työympäristöstä. Työntekijät on perehdytettävä myös ennen uuden työn tai tehtävän aloittamista. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 14. §.) Työnantajan on huomioitava työnturvallisuutta koskevissa asioissa myös työntekijän ammattitaito (Työturvallisuuslaki 738/2002, 10. §).

Työssä saadaan käyttää vain sellaisia koneita, työvälineitä, laitteita, nostolaitteita, nostoapuvälineitä tai telineitä, jotka ovat tulevaan käyttöön tarkoituksenmukaisia ja turvallisia. Ennen käyttöönottoa niistä on tarkastettava, että suojalaitteet ovat paikoillaan ja että ne ovat muutenkin kunnossa. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 14. § ja 15. §.)

Pohjarakentamisessa on käytettävä sellaisia menetelmiä, että melu, värinä tai päästöt ilmaan pysyvät annetuissa rajoissa. Raja-arvot melulle löytyvät valtio-

neuvoston päätöksestä melutason ohjearvoista 993/1992. Louhintatärinän raja-arvot löytyvät sosiaali- ja terveysministeriön julkaisussa Räjätysalan normeja, turvallisuusmääräykset 16:0, 1998. Ilmanlaadun raja-arvot löytyvät valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta 711 / 2001. Jos raja-arvoja ei ole olemassa, päästöjen on oltava muuten kohtuullisia ihmisten terveyden ja viihtyvyyden kannalta. (RakMk B3, 4.10.1.)

Rakennustyömaan ja työmaa-aitojen on oltava järjestyksessä ja siistissä kunnossa. Myös katualue työmaan edessä on pidettävä kuljettavassa ja turvallisessa kunnossa. (RakMk A1, 12.5 ja 12.6.)

3.3 Raivaus ja purku

Kaupunkialueilla rakennustyömaa aidataan. Aitauksella ja kieltomerkeillä pystytään ohjaamaan työmaalle kuulumattomia henkilöitä kulkemaan turvallisesti työmaan ohi.

Paikalleen jääviä rakenteita tai kasvustoja voidaan joutua suojaamaan, vahvistamaan tai tukemaan. Suojattavat kohteet ja suojaustoimenpiteet ilmenevät suunnitelma-asiakirjoissa. Rakennuksiin, rakenteisiin ja kasvustoihin tehtäviä suojauksia, vahvistuksia tai tukemisia seurataan tarkistuksin työn aikana. Lopuksi tarkistetaan suojauksien, tuntuojen ja vahvistuksien onnistuminen sekä korjataan näistä töistä aiheutuneet jäljet. (MaaRYL 2010, 67–69.)

Rakennusaikana syntyvä rakennus- tai purkujäte on lajiteltava niin, että mahdollisimman suuri osa jätteestä tulee uudelleenkäyttöön, hyötykäyttöön tai kierrätykseen. Ainakin seuraavat jätteet tulisi eritellä:

- 1) betoni-, tiili-, kivennäislaatta- ja keramiikkajätteet
 - 2) kipsipohjaiset jätteet
 - 3) kyllästämättömät puujätteet
 - 4) metallijätteet
 - 5) lasijätteet
 - 6) muovijätteet
 - 7) paperi- ja kartonkijätteet
 - 8) maa- ja kiviainesjätteet.
- (Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012, 16. §.)

Rakennusmääräyskokoelmassa A1, 13.1 todetaan kuitenkin, että rakennus- ja purkujätteet on käsiteltävä kunnan asiasta vastaavan viranomaisen määräämällä tavalla. Luultavasti tästä johtuen jokaisessa kunnassa kaikkia jätelajeja ei kuitenkaan erotella työmaalla edellisessä kappaleessa mainitun listan mukaisesti.

Maaperän puhdistukseen on oltava ympäristölupa (ympäristönsuojelulaki 86/2000, 78. §) ja maaperän pilaantumattomuus on selvitettävä (RakMk B3, 4.2.1.2). Ennen purkutyötä on tehtävä haitta-ainekartoitus, jossa kartoitetaan rakennuksessa olevat mahdolliset haitta-aineet. Tutkimusten perusteella voidaan tietää, minne haitalliset ja vaaralliset jätteet viedään loppukäsittelyyn.

Työmaalla on täytettävä siirtoasiakirja, kun rakennus- tai purkujäte lähetetään työmaalta jätteen vastaanottajalle. Siirtoasiakirjasta tulee löytyä tiedot jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä, toimituspaikasta ja -päivämäärästä sekä kuljettajasta. Jätteen tuottajan ja vastaanottajan on dokumentoitava siirtoasiakirja kolmeksi vuodeksi allekirjoituksesta lähtien. (Jätelaki 646/2011, 121. §.)

Purettavat rakennukset tai rakenteet on purettava riittävän syvälle. Pohjan on oltava tasainen ja puhdistettu rakennusjätteistä niin, että rakentaminen voi jatkua esteettä purkutyön jälkeen. (MaaRYL 2010, 23.)

3.4 Kaivutyö ja louhinta

Pohjatutkimuksen perusteella tehdään pohjarakennesuunnitelma. Pohjarakennesuunnitelmassa esitetään pohjarakennepiirustukset, laatuvaatimukset sekä geotekniset ja rakenteelliset mitoituslaskelmat (RakMk B3, 3).

Kaupunkialueilla ennen kaivutöiden aloittamista on otettava selvää tontilla sijaitsevista kaapeleista, johdoista ja putkista (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 33. §). Putki- ja sähkönäytöllä varmistetaan, että kai-

vutoissa ei vahingoiteta kunnallistekniikkaan kuuluvia linjoja ja että kaivutyö on turvallista.

Rakennuskaivantoa (kuva 2) tehtäessä on huomioitava sortumavaara. Jos kaivannon sortumavaara on olemassa, on kaivanto tuettava tai luiskattava. Kaivantojen tuenta tai luiskaus on suunniteltava etukäteen ottaen huomioon maan geotekniset ominaisuudet, kaivannon syvyys, luiskan kaltevuus ja kuormitus sekä vedestä ja liikennetärinästä aiheutuvat vaaratekijät. Kaivannon tuennan tai luiskauksen voi suunnitella vain siihen pätevä henkilö. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 33. ja 34. §.)



Kuva 2. Rakennuskaivanto, joka on luiskattu.

Talviaikaan on huolehdittava työnaikaisesta routasuojauksesta. Routasuojaus on toteutettava siten, että rakennettavat rakenteet eivät vahingoitu routanousun tai jäätyneen maan sulamisesta aiheutuneen painumisen vaikutuksesta. (RIL 261–2013, 243.)

Rakennuskaivannon pohja saa poiketa suunnitelmien mukaisesta tasosta 0...-100 mm. Pohjan tulee viettää rakennuksen keskeltä rakennusta ympäröiviä salaojia kohti ≥ 1 %. Kaivupohjaan ei saa jäädä yleistasosta poikkeavia vettä kerääviä painanteita. (MaaRYL 2010, 71–72.)

Lähellä perustamistasoa on kaivaminen tehtävä niin, että perusmaata häiritään mahdollisimman vähän. Kaivupohjalla olevat haitalliset kivet poistetaan ja syn-

tyneet painaumat täytetään perusmaalla tai täyttömateriaalilla sekä tiivistetään samaan tiiveyteen perusmaan kanssa. (MaaRYL 2010, 71.)

Rakennusvalvonta suorittaa rakennusluvassa määritellyt katselmukset, joita ovat pohja-, sijainti-, rakenne-, lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtokatselmus. Katselmuksissa viranhaltija toteaa, että rakentamisessa on toimittu annettujen ohjeiden, määräysten ja kohteen rakennusluvan mukaan. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 150. §.)

Louhintatyöstä on tehtävä louhintasuunnitelma, jossa esitetään vähintään

- 1) louhinnan laajuus
 - 2) louhittujen pintojen kaltevuus ja tasaisuus sekä rusnaustarkkuus
 - 3) ympäristön asettamat turvallisuus-, melu-, pöly-, räjäytysaika ja tärinärajoitukset
 - 4) tarkkuuslouhinta-alueet
 - 5) pohjaveden hallintatoimenpiteet.
- (MaaRYL 2010, 25.)

Louhintatyöstä on tehtävä myös turvallisuussuunnitelma. Turvallisuussuunnitelmassa on käsiteltävä seuraavia asioita työturvallisuuden varmistamiseksi:

- 1) työkohde, kohteen maa- ja kallioperä ja muut geotekniset ominaisuudet
- 2) työpaikan ja työvaiheiden sähköistys, valaistus, yhteydenpito, louhintamenetelmä sekä tila- ja muut tekniset ratkaisut
- 3) kulkuväylät, poistumisreitit ja suojapaikat
- 4) työvälineiden valinta, käyttö ja kunnossapito
- 5) turvalliset työtavat
- 6) käytettävät räjähteet ja terveydelle vaaralliset aineet sekä niiden säilytys
- 7) hätätilanteista pelastautuminen ja pelastautumislaitteen tarve sekä
- 8) muut räjäytys- ja louhintatyön terveyteen ja turvallisuuteen vaikuttavat tekijät.

Turvallisuussuunnitelma on tehtävä ymmärrettävässä muodossa ja se on käytävä läpi asianosaisten työntekijöiden kanssa aina ennen uutta työvaihetta.

(Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 644/2011, 3. ja 4. §.)

Panostajan on tehtävä räjäytyskohteesta kirjallinen räjäytyssuunnitelma. Suunnitelman on sisällettävä tiedot porauksesta, räjähteestä ja sen määrästä, panostamisesta, sytytyksestä ja sytytysjärjestyksestä, peittämisestä, räjäytysajankohdasta, vaarallisesta alueesta ja varmistustoimenpiteistä sekä muista räjäyttämi-

sen turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä. (Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 644/2011, 5. §.)

Kaivanto louhitaan louhintasuunnitelman mukaan. Yleensä teoreettinen kallionpaljastusleveys kanaaleissa ja kuopissa on 0,5 m ja kaivannoissa 1,0 m teoreettisesta louhintalinjasta. Rakennuskaivanto louhitaan niin leveäksi, että rakennuksen ulkopuoliset salaojat ja tarkistuskaivot pystytään asentamaan vielä perustusrakenteiden valmistumisen jälkeenkin. Räjäytyssuunnitelmassa on huomioitava oikea panostus ja sytytysjärjestys niin, että kalliota ei tarpeettomasti rikota perustamistason alapuolella. Louhitun kalliopinnan pitää viettää salaojiin päin eikä siinä saa olla vettä kerääviä painanteita. (MaaRYL 2010, 99–100.)

3.5 Pohjavesi

Kaivu- ja louhintatyövaiheessa on työmenetelmät valittava siten ettei pohjavedenpinnan korkeudenmuutokset aiheuta vaaraa ympäristössä oleviin rakenteisiin tai rakennuksiin. (RakMk A1, 5.4.2.) Jos rakennuskaivanto ulottuu pohjavedenpinnan alapuolelle, on alustavaan pohjarakennussuunnitelmaan liitettävä selvitys pohjavedenpinnan muutoksista ja näiden vaikutuksesta lähirakenteisiin (RIL 181–1989, 12).

Jos rakennuskaivanto ulottuu pohjavedenpinnan alapuolelle ja läheisille rakennuksille tai rakenteille on pohjaveden alentamisesta haittaa, niin on suunniteltava ja tehtävä pohjaveden korvaus- ja syöttöjärjestelmä (RIL 181–1989, 106). Pohjavedenpintaa on tarkkailtava kaivannon läheisyyteen sijoitetuista pohjavedenpinnantarkkailuputkista (RIL 181–1989, 106). Maaperään tai pohjaveteen ei saa päästää sellaisia aineita, että maaperä tai pohjavesi olisi vaarassa pilaantua (Ympäristönsuojelulaki 86/2000, 4. ja 5. §).

3.6 Paalutus

Paalutustyö aiheuttaa ympäristöön menetelmästä riippuen tärinää ja melua. Jos rakentamisesta aiheutuvan tärinän ja melun ajatellaan olevan erityisen häiritsevää, on toiminnanharjoittajan tehtävä siitä kirjallinen ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle (Ympäristönsuojelulaki 86/2000, 60. §).

Monissa kunnissa ympäristönsuojeluviranomainen velvoittaa tekemään ilmoitukset melusta ja tärinästä myös ympäristön asukkaille. Asukasilmoitukset tulevasta toiminnasta on myös toiminnan laatua, joten asukasilmoitukset kannattaa tehdä, vaikka sitä ei viranomainen vaatisikaan.

Mikäli paalutustöiden läheisyydessä on herkästi vaurioituvia rakennuksia tai rakenteita, on niiden kunto tutkittava ja kirjattava ylös (RakMk B3, 5.3). Rakennuksia ja rakenteita tulisi tarkkailla toistuvilla korkeudenmittauksilla rakennustyön aikana (RIL 254–2011, 255).

Paalutustyöt on suunniteltava ja toteutettava siten, että paalut saadaan asennettua ehjinä suunnitelmanmukaisesti paikkoihin ja kaltevuuksiin sekä tunkeutumaan suunnitelmissa esitettyihin vähimmäistasoihin (RakMk B3, 5.2.4.1). Ennen varsinaista paalutusta tehdään koepaalutus suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Koepaalutuksesta tehdään paalutuspöytäkirja paalukohtaisesti. (Ratu 14–0250, 4.)

Paalut tarkastetaan niiden tullessa työmaalle. Betonipaaluissa ei saa esiintyä poikittaista halkeamaa, jonka pituus on yli puolet paalun poikkileikkauksen piiristä ja jonka leveys on suurimmasta kohdasta mitattuna yli 0,2 mm. Paaluissa ei saa olla myöskään pituussuuntaista halkeamaa, joka on leveämpi kuin 0,2 mm halkeaman leveimmältä kohdalta ja pituudeltaan yli 200 mm. Paalujen suoruus sekä paalujen päiden suoruus tarkistetaan silmämääräisesti. Jos poikkeamia havaitaan, tehdään tarkistusmittauksia. Hylätyt paalut merkitään ja ne toimitaan pois työmaalta. (RIL 254–2011, 234.)

Paalutustyöstä tehdään paalutuspöytäkirja. Paalutuspöytäkirja on kaksiosainen. Esivalmistetuilla paaluilla ensimmäisessä osassa käsitellään paalutuskohteen yleistietoja, joita ovat

- 1) työmaan yleistiedot
 - 2) paalutusurakoitsija
 - 3) työmaan vertailu- ja työskentelytaso
 - 4) tilaajan edustaja
 - 5) paalun ja kärjen tyypit
 - 6) paalutusmenetelmä
 - 7) paalutuskalusto.
- (RIL 254–2011, 248.)

Toisessa osassa käsitellään paalukohtaiset tai paalutyypikohtaiset tiedot, joita ovat

- 1) paalun numero
 - 2) nimellimitat
 - 3) paalun pituus
 - 4) asentamisajankohta ja asennuksen keskeytykset
 - 5) paalun kärjentaso maanpinnasta
 - 6) paalun kärjentaso
 - 7) paalun yläpääntaso
 - 8) paalun katkaisutaso
 - 9) järkäleen tiedot
 - 10) jousto-osan tiedot
 - 11) loppu painumat
 - 12) teräsbetonipaalun materiaalin tiedot
 - 13) vaikeasti läpäistävät esteet.
- (RIL 254–2011, 249.)

Ellei suunnitelmissa ole muuta mainittu, esivalmistetuilla teräsbetoni- ja teräslöyntipaaluilla sallitut sijaintipoikkeamat ovat yksittäisellä paalulla tai paalulaatan paalulla 100 mm, paalurivin tai -ryhmän painopisteellä 50 mm, paalurivin yksittäisellä paalulla 150 mm, pienen paaluryhmän (4...8 paalua) yksittäisellä paalul-

la 150 mm ja paalukentän (>8 paalua) yksittäisellä paalulla 200 mm. (MaaRYL 2010, 106–109.)

Paalutuksesta tehdään toteumapiirustus paalutuksen päätyttyä. Toteumapiirustuksen avulla rakennesuunnittelija näkee paalujen mahdolliset sijaintipoikkeamat ja suunnittelee mahdolliset paaluperustusmuutokset. (RIL 254–2011, 173 ja 252.)

3.7 Viemärit

Putkikaivannon arina ja asennusalusta (kuva 3) sekä alkutäyttö ja lopputäyttö tehdään suunnitelmien mukaan. Arina ja alkutäyttö tehdään oikeisiin korkoihin ja kaltevuuksiin sekä tiivistetään täryttämällä. Arina tehdään sorasta tai murskeesta, jonka rakeisuus on 0/32 tai jonka suurin raekoko on 2/3 kerroksen paksuudesta.

Putkille tehdään arinan päälle asennusalusta, jonka paksuus on vähintään 150 mm. Luonnonkiviaineksesta tehdyn asennusalustan materiaalin raekoko saa olla enintään 10 % putken DN – mitasta. Alle 16 mm murskeen käyttö on sallittu muoviputkien DN > 100 asennusalustassa. Talviaikana voidaan käyttää kuivaa kiviainesta, josta on alle 6 mm rakeet poistettu.

Alkutäytön materiaalivaatimukset ovat samat kuin asennusalustassa. Ennen alkutäyttöä varmistutaan että putket on oikein asennettu ja oikeissa kohdissa. Alkutäyttö tehdään varovaisesti niin, että putket eivät liiku sivusuunnassa. Tiivistyskonekoko valitaan putken koon mukaan sopivaksi niin, että putket eivät vahingoitu.

Lopputäyttö tehdään tiivistyskelteisellä kivennäismaalla. Jos putkikaivanto on liikennöidyllä alueella, on sen lopullisen tiiviyn vastattava päälle tulevan rakennekerroksen tiiviyttä. (MaaRYL 2010, 82–85.)



Kuva 3. Putkikaivanto.

3.8 Salaojat

Rakennuspohja on salaojitettava niin, että maasta tuleva veden kapillaarivirtaus, pohjavesi ja maahan suotuvat pintavedet saadaan hallitusti johdettua pois rakennuksen alta ja perustuksista. Salaojajärjestelmään ei saa johtaa pintavesiä tai rakennuksen katolta valuvia vesiä. Rakennuspohja voidaan jättää salaojittamatta jos perusmaan vedenläpäisykyky on erikseen selvitetty ja todettu riittäväksi. (RakMk C2, 2.2.1.)

Salaojat on tehtävä helposti huollettaviksi. Ne on tehtävä myös riittävän syvälle ja eristettävä niin, että ne eivät jäädy. Salaojituserroksen vahvuuden on oltava salaojaputken alapuolella ja sivuilla vähintään 100 mm (kuva 4). Yläpuolella vahvuuden on oltava vähintään 200 mm. (RakMk C2, 1.4.4, 2.2.1.3 ja 2.2.1.6.)



Kuva 4. Salaojaputken ympärillä riittävä salaojituskeros.

Salaojiin keräytyvät vedet johdetaan ensisijaisesti painovoimaisesti viettoviemäreillä joko ympäröivään maastoon tai alueella olevaan sadevesiviemäriverkkoon. Vaihtoehtoisesti sadevedet johdetaan pumppukaivoon, josta sadevedet pumpataan ympäristöön tai sadevesiviemäriverkostoon. Kun peruskaivo liitetään sadevesiviemäriverkostoon sen padotuskorkeuden alapuolella, on perusvesikaivo varustettava padotusventtiilillä. (RIL 126–2009, 30.)

Salaojat tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Salaojaputken vaatimuksia on, että sen on oltava vähintään DN – 100 mm, reikäpinta-alan on oltava 10...100cm²/m, putken on oltava kaksikerrosrakenteista ja rengasjäykkyydeltään vähintään SN8. Salaojakaivon on oltava nimellishalkaisijaltaan vähintään 315mm ja lietepesän korkeuden vähintään 200 mm. Tarkistusputken nimellishalkaisija on yleensä 200 mm. (MaaRYL 2010, 96–97.)

Salaojan minimikaltevuudet ovat perusmuurin ulkopuolella 0,5 % ja perusmuurin sisäpuolella sekä alapohjan alla 1,0 %. Salaojan korko saa poiketa enintään ± 20 mm, ja vaakatasossa enintään 50 mm suunnitelma-asiakirjoista. Jos poikkeama on suurempi, on tehtävä uudet tarkepiirustukset. (MaaRYL 2010, 96–97.)

Sade- ja sulamisvedet on johdettava pois rakennuksen vierestä. Maanpinnan on vietettävä pois päin sokkelista kolmen metrin matkalla vähintään 1:20 (0,15 m). (RakMk C2, 2.1.1 ja 2.2.1.6.)

3.9 Sadevesi

Pintavedet eivät saa valua häiritsevästi naapurikiinteistöjen, katualueen tai yleisten alueiden puolelle. Jos on vaara että kattovedet pintaratkaisuna valuisi naapurikiinteistöjen puolelle, vedet on johdettava suoraan sadevesiviemärijärjestelmään. (RakMk A1, 9.1.2.)

Pintavedet ohjataan yleensä pinnan kallistuksilla hulevesikaivoihin, -kouruihin tai ojiin. Sadevesiviemärit pyritään sijoittamaan selkeisiin linjoihin, esimerkiksi muiden tontille tulevien putkien yhteyteen. Putkien jäätyminen on estettävä rakentamalla sadevesiviemäri routarajan alapuolelle tai routaeristämällä putkilinjat. Sadevesiviemärin mitoituksellinen minimikaltevuus on 0,5 %. (RIL 126–2009, 45 – 58.)

3.10 Kapillaarikatko

Maaperässä kapillaarisesti nousevan veden pääsy rakenteisiin estetään tekemällä rakennuksen alle salaojituseros eli kapillaarikatkoerros (kuva 5). Kellarillisissa rakennuksissa kapillaarikatkoerros tehdään myös sokkelin ulkopuolelle. Kapillaarikerroksen kerrospaksuuden on oltava niin suuri, että se ylittää kapillaarikerrosmateriaalista määritellyn kapillaarisen veden nousukorkeuden. (RakMk B3, 2.4.1.)

Jos perusmaa on savea tai silttiä, asennetaan perumaan ja kapillaarikatkoeroksen väliin suodatinkangas. Kapillaarikatkoeroksen paksuus on oltava vähintään 200 mm. (RakMk C2, 3.1.1.3.) Kapillaarikerroksen on oltava suorassa yhteydessä rakennusta ympäröiviin salaojiin (RakMk C2, 2.2.1.5).

Kapillaarikatkokerroksen päällä voi olla 50 mm kerros hienompaa kapillaarikatkosepeliä helpottamaan eristeiden asentamista. Tasauseros ei saa olla kuitenkaan hienompaa kuin 4/8 mm. Kapillaarikerroksen tiiveys varmistetaan levykuormituslaitteella tai kevyellä pudotuspainolaitteella (Loadman-laitteella). (MaaRYL 2010, 79 - 81).

3.11 Anturat ja sokkelit

Maanvastaiset alapohjat ovat lämpimiä ja kosteita ympäri vuoden. Täyttötilan suhteellinen kosteus RH on 100 %. (Tampereen teknillinen yliopisto 2007, 39.) Tästä syystä anturat ja sokkelit tehdään betonista. Pientaloissa sokkelit voidaan tehdä myös kevytsoraharkoista.

Anturan ja sokkelin sisäpuolen betonin on oltava rasitusluokaltaan XC2. Sokkelin ulkokuoren betoni on rasitusluokaltaan XC3,4;XF1. Suolarasitetun sokkelin ulkokuoren betoni on XC3,4; XD1; XF2. Betoniteräksien betonipeite määräytyy rasitusluokan ja suunnitellun käyttöiän mukaan. Anturoiden alapinnan terästen betonipeitteen nimellismitta on oltava vähintään 50 mm. (by 51 2007, 54–55)

Anturoiden ja sokkelien raudoitukset (kuva 5) ja betonoinnit tehdään rakennesuunnittelijan piirustuksissa esittämällä tiedoilla.



Kuva 5. Kapillaarikatkokerros sekä anturan ja pilasterin raudoitus.

Kylmällä säällä betonoitaessa betonimassa esilämmitetään. Betonoitavat pinnat lämmitetään tarvittaessa betonin jäätyminen estämiseksi. Betonoinnin jälkeen betonia lämmitetään niin kauan, että se saavuttaa jäätymislujuuden 5 MN/m^2 sekä muottien purkuajankohtana vaaditun lujuuden. Betonin ominaisuuksien kehittymistä seurataan talvella lämpömittauksin tai muulla luotettavalla menetelmällä. (RakMk B4, 4.2.4.6.)

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava niin, että rakenteisiin ei pääse kertymään kosteutta (RakMk C2, 1.2.1). Perustuksissa kosteutta keräävä rakenne on erityisesti halkaistu sokkeli. Halkaistussa sokkelissa on huolehdittava, että vedenpoistoreiät ovat auki ennen kuin asennetaan patolevyjä ja tehdään täyttöjä.

3.12 Vedeneristys

Jatkuvan vedenpaineen alaisiin rakenteisiin tehdään vedenpaine-eristys. Kellarikerroksen maanvastainen seinä on vedeneristettävä tai vedenpaine-eristettävä. (RakMk C2, 1.2.1.)

Vedeneristys voidaan tehdä jatkuvana tai epäjatkovana. Epäjatkovaa vedeneristystä, kuten patolevyä, voidaan käyttää kun perustusten salaojitus toimii hyvin. Jatkovaa vedeneristystä käytetään, kun salaojitus on epävarmaa ja perustusrakenteet ovat alttiina vedenpaineelle. Jatkuva vedeneristys voidaan tehdä kermieristysenä, massaeristysenä tai eristyslaastilla. (RT 83–10955, 4 ja 7.) Kermieristys on yleisin jatkuva vedeneriste pohjarakenteissa.

Asennettaessa kermieristettä on huomioitava kulmien pyöristykset ja että alusta on kuiva, pölytön, tasainen, jäätön ja lumeton. Erilaisilla vedeneristeillä on erilaiset asennusohjeet. Eristevalmistajan ohjeita on noudatettava. Täyttötöyden aikana vedeneristettä ei saa rikkoa. (RT 83–10955, 4 ja 7.)

Läpiviennit on tehtävä huolellisesti valmistajan ohjeiden mukaan. Läpivientien tiiveyden on vastattava ympäröivän vedeneristeen tiiveyttä. Vedeneristystyön lopuksi on tehtävä tarkastuspöytäkirja. (RunkoRYL 2010, 292 ja 293.)

Vesitiiviillä betonilla toteutettava vedenpainerakenne pyritään suunnittelemaan ilman liikuntasauvoja, koska niiden vuotoriski on suuri. Vesitiiviin betonirakenteen suunnittelu on muutenkin vaativaa, koska betoniin ei saa tulla juurikaan halkeamia. Työsaumat toteutetaan mm. käyttäen PVC- tai bentoniittinauhoja, tai injektointiletkuja. Betonointi on tehtävä vesitiiviillä betonilla. Betonointivaiheessa tiivistys on tehtävä huolellisesti riittävän pienellä nousunopeudella (0,25m/h). (RT 83–11032, 10–12.)

3.13 Materiaalien tuotekelpoisuudet

Harmonisoidun tuotestandardin piiriin kuuluvien rakennustuotteiden tulee olla CE-merkittyjä (Rakennustuoteasetus (EU) 305/2011). Ellei rakennustuote kuulu harmonisoidun tuotestandardin, eli CE-merkinnän piiriin, sen kelpoisuus voidaan todentaa tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella tai valmistuksen laadunvalvonnalla. Ympäristöministeriön hyväksymä laitos tai toimielin voi myöntää tyyppihyväksynnän ja varmennustodistuksen tuotteelle. Valmistuksen laadunvalvontaa käytetään vain jos tyyppihyväksyntä tai varmennustodistus ei tuotteelle sovellu. (Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 954/2012, 2. - 15. §.)

Taulukossa 1 on esitetty perustusvaiheessa tarvittavien materiaalien ja tarvikkeiden tuotekelpoisuusvaatimus.

Taulukko 1. Tuotekelpoisuusvaatimus. (Rakennusteollisuus RT ry, 2014)

Tuote	Tuotekelpoisuuden vaatimus
Maamateriaalit	CE-merkintä
Betoniset tai teräksiset viemäriputket	CE-merkintä
Muoviset viemäri-, salaoja- tai sadevesiputket	Tyyppihyväksyntä
Suodatinkankaat	CE-merkintä
Betoniteräksiset	Tyyppihyväksyntä
Valmisbetoni	Varmennustodistus
Teräsbetonielementit	CE-merkintä
Perustusten vedeneristeet	CE-merkintä

Rakennusmateriaalit ja valmiit rakenteet on suojattava työmaalla niin, että ne eivät haitallisesti kastu (RakMk C2, 1.4.10). Maamateriaalin tullessa työmaalle, se tarkastetaan silmämääräisesti, että se vastaa materiaalille annettuja vaatimuksia (MaaRYL 2010, 81).

3.14 Täyttötöyt

Rakennuksen täytöt tehdään ehjän tai rikkilouhitun kallion, sulan maapohjan tai tiivistetyn maakerroksen varaan. Louhetäyttö on tehtävä erikokoisin rakein, jotta siihen jää mahdollisimman vähän ilmatilaa. Louhetäytön pinta on lisäksi kiilattava pienlouheella tai karkealla murskeella, että pintakerrosten hienoaines ei varise louhetäyttöön. Täyttömateriaalin on oltava tarkoitukseen sopivaa ja sulaa materiaalia. (RakMk B3, 5.2.) Täyttömateriaalissa ei saa olla humusta, orgaanisia aineita eikä rakennusjätteitä (RakMk C2, 1.4.5).

Hienojakoisen perusmaan ja täyttökerroksen väliin asennetaan eristehiekkakerros tai suodatinkangas. Rakennusten perustusrakenteissa käytetään N2-luokan suodatinkankaita, kun täyttömateriaali on hiekkaa tai soraa. N3-luokan suodatinkangasta käytetään, kun täyttömateriaali on karkeaa mursketta tai sepeliä. (MaaRYL 2010, 79 ja 89.)

Täyttökerrokset tiivistetään kerroksittain suunnitelmissa esitettyihin tiiveysarvoihin asti. Tiiveysmittauksen tulokset ja täyttömateriaalinmateriaalitodistukset liitetään työmaan laadunvalvonta-asiakirjoihin. (MaaRYL 2010, 79 – 81.)

3.15 Radon

Radon on näkymätön ja hajuton jalokaasu. Rakennukseen radon tulee maaperästä ja rakennukseen käytetyistä mineraalipohjaisista rakennustarvikkeista. Pitkäaikainen asuminen suuressa radonpitoisuudessa lisää riskiä sairastua keuhkosyöpään. (STUK, perustietoa radonista.)

Rakennuksen suunnittelussa on otettava huomioon radonriski. Raja-arvona pidetään 200 Bq/m³. Tämä raja-arvo ylittyy yleisesti joka puolella Suomea, jos vastatoimiin ei ryhdytä. Jos paikkakuntakohtaiset säännönmukaiset mittaukset osoittavat, että radonpitoisuus alittuu asuntojen sisäilmassa, voidaan radontekninen suunnittelu jättää tekemättä. Suurilla täyttökerroksilla radonpitoisuudet voivat nousta asunnoissa täyttömateriaalin sisältämän radonin vuoksi, vaikka rakennuspaikalla muuten ei olisi radonia. (RakMk B3, 2.8.)

Radonin kulkeutumista sisätilaan pyritään ensisijaisesti rajoittamaan tiiviillä alapohjarakenteella. Lisäksi maanvaraiseen alapohjaan rakennetaan radonin tuuletusputkisto. Tiiviillä alapohjarakenteella estetään ilmavirtaus alapohjasta sisäilmaan. Tiivistys täytyy tehdä erityisen huolella. Tuuletusjärjestelmä varmistaa radonin poiston. Tuuletusjärjestelmä viedään avoimena vesikatolle. Jos rakennuksen valmistuttua radonpitoisuus sisäilmassa ylittää sallitun rajan, asennetaan tuuletusjärjestelmään poistopuhallin. Radontekniset järjestelmät esitetään rakenne- tai radonteknisessä suunnitelmassa. (RT 81–11099 2012, 2.)

3.16 Routasuojaus

Rakennuspaikan pohjatutkimuksessa selvitetään perusmaan maalaji ja sen rouhtaantuminen. Näillä tiedoilla rakennesuunnittelija suunnittelee toimenpiteet rouhtimisen haittavaikutusten estämiseksi. Routaeristeet on asennettava riittävään syvyyteen ja tasatulle alustalle, jotta ne eivät pääse rikkoontumaan rakennustyön ja tulevan käytön aikana (RakMk B3, 2.5 ja 5.2.1.2).

Routaeristeet ovat yleensä solumuovisia EPS- tai XPS- eristeitä tai irtoasennettavaa kevytsoraa. Solumuoviroutaeristeiden lyhytaikainen puristuslujuus rakennusten ulkopuolella pitää olla vähintään 120 kPa ja liikennöidyillä alueilla vähintään 200 kPa. Käytettävä kevytsoralajike osoitetaan suunnitelmissa. (MaaRYL 2010, 92.)

Routaeristeiden asennus- ja alustana käytetään tavallisesti hiekkaa. Routaeristeet on asennettava suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Solumuovieristeellä suurin sallittu poikkeama alaspäin on 50 mm ja reunalinjasta sivusuuntaan 100 mm. Eristelevyt kestävät työmaaliikennettä kun niiden päällä on 100 mm hiekkaa ja 200 mm soraa tai mursketta. (MaaRYL 2010, 92.)

3.17 Piha- ja liikennealueet sekä kylmät piharakennukset

Piha-alueet on rakennettava siten, että rakenteiden painumat, sivusiirtymät, routanousut ja muodonmuutokset ovat mahdollisimman pieniä ja ne eivät haittaa pihan, rakennusten tai rakenteiden toimintaa. (RakMk B3, 4.7.1.)

Piharakenteen routasuojauksen voi toteuttaa kivennäismaalajirakenteella tai routaeristyksellä (kuva 6). Routaeristyksellä toteutettuna rakenne saadaan ohuemmaksi. Kylmissä rakennuksissa routaeriste sijoitetaan perustusten alapuolelle. Liikennealueilla routasuojauksa jatketaan kasvillisuusalueen puolelle 0,5 - 1,0 m. Rakennekerrosten muuttuessa esimerkiksi rakennusten vierellä, putkikaivantojen kohdalla tai kaivojen ympärillä on käytettävä siirtymäkiiloja. Siirtymäkiilat toteutetaan kivennäismaalajikiilana tai eristelevypaksuutta muuttamalla. Routarajan yläpuolella olevat putket ja kaivot on routaeristettävä. (RIL 261–2013, 98–141.)



Kuva 6. Koko liikennealue eristetty.

Piha-alueelta on oltava asemapiirros, jossa on esitetty pinnan tasaus ja sadevesien poisjohtaminen. Pihan korkeusaseman määrittely ja tasauspiirros tehdään yleensä ennen muita pihan suunnitelmia, koska se vaikuttaa muihin suunnitelmiin oleellisesti. (RIL 234–2007,32 ja 74.)

4 Oppinäytetyön tekemisen vaiheet

4.1 Tietoperustan kokoaminen

Oppinäytetyön tekeminen alkoi aiheeseen liittyvän kirjallisuuden hankkimisella. Kirjallisuudeksi hankin RIL:n oppaita, Maa RYL:n kirjan ja RT- työohjekortteja. Seuraavaksi tutustuin perustusvaiheeseen liittyviin lainkohtiin, asetuksiin ja määräyksiin. Tutustuin myös Suomen rakennusmääräyskokoelmaan ja keräsin sieltä perustusvaiheeseen liittyviä määräyksiä ja ohjeita.

4.2 Haastattelut

Aiheeseen liittyvää käytännön asiantuntemusta sain haastatteleamalla kuutta YIT Rakennus Oy:n toimihenkilöä. Haastateltavina olivat työpäällikkö, vuosikorjaus-

päällikkö, laativastaava ja kolme vastaavaa työnjohtajaa. Haastattelun pohjaksi tein kyselyn, joka toimi keskustelumme tukena. Kyselyssä vastaaja pohti mihin asioihin kiinnittäisi huomiota eri työvaiheissa tai asioissa, jotta perustusvaiheen rakentaminen tapahtuisi laadukkaasti ja ohjeiden ja määräysten mukaisesti.

Haastattelut toteutin 9. – 17.12.2013. Jokainen haastattelu kesti ajallisesti noin 1,5 tuntia. Haastatteluissa saadut ajatukset ja asiat kokosin yhdelle kyselypohjalle (liite 1).

4.3 Tarkistuslistan laatiminen

Tarkistuslistan laatiminen alkoi vertaamalla haastattelujen tuloksia annettuihin määräyksiin ja kirjallisuudesta saatuun tietoon. Näitä tietopohjia hyödyntäen kokosin alustavan perustusvaiheen laadunvarmistuksen tarkistuslistan. Tarkistuslistasta oli tarkoitus tehdä selkeä ja ytimekäs työmaakäyttöä ajatellen. Tämän vuoksi rajasin haastatteluissa tulleita liian yksityiskohtaisia kohtia tarkistuslistasta pois.

Alustavan tarkistuslistan esittelin työn tilaajan edustajalle, YIT Rakennus Oy:n työpäällikölle. Työpäällikkö antoi muutaman korjausehdotuksen, jonka jälkeen korjasin vielä tarkistuslistaa.

4.4 Teoriapohjan liittäminen tarkistuslistaan

Opinnäytetyön teoriaosion tarkoituksena on toimia tarkistuslistan tukena. Teoriaosio käsittelee tarkistuslistan aihetta tarkemmin ja lisäksi lähdeviitteistä löytyy peruste tarkistuslistan vaatimuksille.

Teoriaosion otsikointi, kappaleiden järjestys ja aiheet ovat samassa järjestyksessä kuin tarkistuslistassa. Sekä tarkistuslista että teoriaosio menevät todellisten työvaiheiden mukaisessa järjestyksessä.

5 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena syntyi tarkistuslista perustusvaiheen laadunvarmistuksesta työmaakäyttöön (liite 2). Työnjohtaja kuittaa tarkistuslistan kohdan aina kun kyseinen työvaihe on suoritettu loppuun. Tarkistuslistassa näkyy kunkin työvaiheen vaatimukset ja kuittaamalla kohdan työnjohtaja vakuuttaa sen olevan tehty laadukkaasti sekä ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Mikäli työnjohtaja haluaa tietää kyseistä kohdasta tarkempia perusteita tai tiedonlähteen, hän voi käyttää opinnäytetyön teoriaosiota.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön kirjallista materiaalia tutkiessani huomasin, että suuri osa aihetta käsittelevästä kirjallisuudesta pohjautuu suoraan annettuihin lakeihin, asetuksiin ja määräyksiin. Rakentamista käsitellään laissa ja rakentamismääräyskokoelmissa melko tarkasti. Ajattelisin, että jos rakentamisen jälkeen todetaan esimerkiksi perustuksissa laatuongelma, niin joko suunnittelija tai rakentaja on toiminut annettujen määräysten tai ohjeiden vastaisesti.

Opinnäytetyön tieto-osion teksti on muotoiltu tarkoituksella informatiiviseksi, koska se toimii tarkistuslistan tukena. Tarkistuslistan tein vertailemalla haastatteluja ja kirjallisuuden tietoja toisiinsa. Haastatteluissa saatu materiaali oli kirjallisuuden tietojen kanssa yllättävän yhteneväinen. Haastattelujen materiaali oli kuitenkin kirjallisuutta yksityiskohtaisempaa.

Opinnäytetyön tuloksena saatu perustusvaiheen tarkistuslista toimii hyvänä tukena perustustyön laadunvarmistuksessa. Tarkistuslistasta on hyötyä erityisesti aloitteleville työnjohtajille. Kokeneemmilla työnjohtajilla on haastattelujen perusteella hyvä tietämys perustusvaiheen laadukkaasta toteutuksesta sekä perustusvaiheeseen liittyvistä määräyksistä ja ohjeista. Näin ollen heillä tarkistuslista voi toimia muistin virkistysenä.

Tämä opinnäytetyö tehtiin yrityksen toimeksiantona. Sen tekeminen on ollut hyvä mahdollisuus tutustua kyseiseen yritykseen ja sen toimintoihin. Opinnäytetyötä tehdessä olen oppinut ymmärtämään joskus vaikeastikin ymmärrettävää lakitekstiä. Lisäksi olen oppinut tiedonhakua ja tiedon luotettavuuden arviointia.

Tulevaisuudessa tarkistuslista on mahdollisesti YIT:n työntekijöillä tarkistuslistana. Käytössä tarkistuslistan käyttökelpoisuus tulee testatuksi ja käyttökokeusten perusteella voidaan arvioida, mikäli esimerkiksi joitakin kohtia tarvitsee lisätä tai poistaa.

Rakennusyrityksen tuottama laatu on tulevaisuudessa yhä suurempi kilpailuvaltti. Tämän vuoksi rakennusyrityksissä on pystyttävä parantamaan rakentamisen laatua. Laadukkaalla rakentamisella on vaikutusta myös laajemmassa mittakaavassa. Onhan rakennusten ja rakenteiden arvo merkittävä osa (73 % 2010) suomalaista kansallisvarallisuutta (Rakennusteollisuus RT ry 2011).

Lähteet

- Jätelaki 646/2011.
- Kapanen, J. 2013. Laativastaava. YIT Rakennus Oy. Haastattelu 13.12.2013.
- Kareinen, M. 2013. Työpäällikkö. YIT Rakennus Oy. Haastattelu 12.12.2013.
- Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 954/2012.
- Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978.
- Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.
- Määttä, VM. 2013. Vastaava työnjohtaja. YIT Rakennus Oy. Haastattelu 9.12.2013.
- Rakennusfysiikka 2007. 2007. Tampereen teknillinen yliopisto. Seminaari 18. – 19.10.2007
- Rakennusteollisuus RT ry. 2014. Talo2000. Rakennustuotteet ja kelpoisuus. <http://www.rakennusteollisuus.fi/ce-info>. 27.2.2014
- Rakennusteollisuus RT ry. 2011. Suomen kansallisvarallisuus 2010. <http://www.rakennusteollisuus.fi/RT/Tilastot/Kiinteist%C3%B6-+ja+rakennusala/>. 12.3.2014
- Rakennustieto Oy. 2010. MaaRYL 2010. Helsinki. Rakennustieto Oy
- Rakennustieto Oy. 2003. Ratu 14–0250 Paalutus. menekit ja menetelmät. Helsinki. Rakennustieto Oy
www.rakennustieto.fi/tietopalvelu.karelia.fi/kortistot/tuotteet/RTU8618.html.stx. 4.2.2014
- Rakennustieto Oy. 2012. RT 81–11099 Radonin torjunta. Helsinki. Rakennustieto Oy.
www.rakennustieto.fi/tietopalvelu.karelia.fi/kortistot/tuotteet/105169.html.stx. 25.2.2014
- Rakennustieto Oy. 2009. RT 83–10955. Perustusten ja perusmuurin veden- ja kosteudeneristys. Helsinki. Rakennustieto Oy.
www.rakennustieto.fi/tietopalvelu.karelia.fi/kortistot/tuotteet/102967.html.stx. 20.2.2014
- Rakennustieto Oy. 2011. RT 83–11032. Vedenpaineen eristys. Helsinki. Rakennustieto Oy.
www.rakennustieto.fi/tietopalvelu.karelia.fi/kortistot/tuotteet/102973.html.stx. 14.2.2014
- Rakennustieto Oy. 2010. RunkoRYL 2010. Helsinki. Rakennustieto Oy.
www.rakennustieto.fi/tietopalvelu.karelia.fi/kortistot/rt/fi/index/runkoRYL.html.stx. 24.2.2014
- Rakennustuoteasetus (EU) 305/2011.
- RakMk A1. 2006. Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö.
<http://www.finlex.fi/data/normit/28238-A1su2006.pdf>. 20.1.2014
- RakMk B3. 2004. Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö.
<http://www.finlex.fi/data/normit/17075-B3s.pdf>. 28.1.2014
- RakMk B4. 2005. Betonirakenteet, ohjeet. Ympäristöministeriö.
<http://www.finlex.fi/data/normit/28237-B4Betoni.pdf>. 24.2.2014
- RakMk C2. 1998. Kosteus, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö.
<http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf>. 5.2.2014

- Riissanen, K. 2013. Vuosikorjauspäällikkö. YIT Rakennus Oy. Haastattelu 11.12.2013.
- RIL ry. 2009. 126 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki. RIL ry.
- RIL ry. 1989. 181 Rakennuskaivanto-ohje. Helsinki. RIL ry.
- RIL ry. 2007. 234 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet. Helsinki. RIL ry.
- RIL ry. 2011. 254 Paalutusohje 2011. Helsinki. RIL ry.
- RIL ry. 2013. 261 Routasuojaus. Helsinki. RIL ry.
- STUK. 2013. Perustietoa radonista. http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/fi_FI/mita_radon_on/
- Suomen Betoniyhdistys r.y. 2007. by 51 Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu. Helsinki. Suomen betonitieto Oy..
- Työturvallisuuslaki 738/2002.
- Törrönen, H. 2013. Vastaava työnjohtaja. YIT Rakennus Oy. Haastattelu 17.12.2013.
- Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012.
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009.
- Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 644/2011.
- Ympäristönsuojelulaki 86/2000.
- Örn, M. 2013. Vastaava työnjohtaja. YIT Rakennus Oy. Haastattelu 10.12.2013.

Opinnäytetyöhön liittyvä haastattelu

Vastaaja:

Pvm:

Mihin asioihin kiinnittäisit huomiota seuraavissa työvaiheissa tai asioissa, että perustusvaiheen rakentaminen tapahtuisi laadukkaasti ja ohjeiden ja määräysten mukaan.

1. Raivaus ja purku

- Tarvittavien lupien hakeminen
- Tontin aitaus
- Kohteen kartoitus: ennakkotiedot, lähiympäristön rakennuksien tutkinta ja haitta-ainekartoitus täytyy olla tehty.
- Purkus suunnitelma täytyy olla tehty
- Purkumateriaalien loppusijoituspaikan valinta niin, että niistä annetut ohjeet ja määräykset täyttyvät
- Purkumateriaalien jätteensiirtoasiakirjat dokumentoidaan
- Pölyn, melun ja värinän huomioonottaminen
- Purkumateriaaleista otetaan tarvittavat näytteet ja dokumentit
- Loppusijoituskustannukset
- Purkutyön pölynhallinta
- Jäävän puuston suojaus

2. Kaivutyö ja louhinta

- Pohjatutkimus täytyy olla tehty ja siihen on tutustuttava
- Maa-ainesten hyötykäyttö suunniteltava
- Louhintatyön luvat ja ilmoitukset täytyy olla kunnossa
- Kaivantojen tuenta tai luiskaus on suunniteltu ja tehty ohjeiden ja määräysten mukaan
- Talvirakentamisessa on estettävä perusmaan jäätyminen
- Pohja on kaivettava oikeaan korkoon ja perusmaa täytyy olla muotoiltu oikein niin, että vesipesiä ei synny
- Pölyn, melun ja värinän huomioon ottaminen
- Tarvittavat suunnitelmat, kuten räjäytys- ja kaivusuunnitelma täytyy olla tehty
- Sähkö- ja putkinäytöt täytyy olla tehty ennen kaivutyön aloittamista

3. Pohjaveden hallinta

- Pohjavedenpinnan lähtötiedot pohjatutkimuksesta
- Työvaiheet pitää olla ennalta suunniteltu ja valmisteltu, esim. ponttiseinät ja pumppaus
- Pohjavedenpinnan muutoksen seuranta
- Pohjavedenpinnan muutosten estäminen ympäristössä, jos läheisille rakennuksille on siitä haittaa (puupaalut)
- Pohjaveden saastuminen on ehkäistävä
- Jos alueella on paineellinen pohjavesi, niin putket on ankkuroitava suunnittelijan ohjeen mukaan.
- Työvaiheet pitää olla ennalta valmisteltu, esimerkiksi vedenpumppaamo

4. Perustamisolosuhteet

- Kaivutyön jälkeen kutsutaan rakennesuunnittelija ja rakennusvalvonnan edustaja paikalle ja verrataan perustusolosuhteita pohjatutkimuksen tietoihin

5. Paalutus

- Katselmus ympärillä oleviin rakennuksiin sekä asukasilmoitukset
- Paalujen pituuksien arviointi
- Koepaalutuksen teko
- Paalujen käsittely työmaalla niin, että ne säilyvät ehjänä
- Paalutuspöytäkirjan täyttäminen
- Paalukatselmus ja tarkemittaus
- Mahdollisesti lisäpaalujen lyöminen ja paaluanturoiden tarkistuslaskelmat
- Eri paalutyypin erilaisten työohjeiden huomioiminen
- Paalujen arinaraudoitukset suunnitelmien mukaan

6. Maanvarainen perustus

- Maalajin varmistaminen
- Perusmaata on häiritävä mahdollisimman vähän
- Löysät maakerrokset on poistettava
- Perusmaan kantavuuden varmistaminen tiiveyskokein
- Suodatinkankaat asennetaan kapillaarikerroksen ja hienojakoisen maa-aineksen väliin
- Tehdään suunnitelmien mukaiset rakennekerrokset
- Rakennesuunnittelija määrittää tiiveys- tai kantavuusvaatimuksen
- Perustukset tehdään suunnitelmien mukaan ja oikeilla materiaaleilla
- Talvirakentamisessa on betoni suojattava jäätymiseltä
- Säälle alttiissa rakenteissa säänkestäväbetoni
- Halkaistussa sokkelissa vesireiät on oltava puhtaita ennen patolevyn asennusta

7. Salaojat, viemärit ja sadevesiputket

- Putkiarinat tehdään huolellisesti oikealla materiaalilla ja oikeaan korkoon
- Putket oikeaa materiaalia
- Putket asennetaan suunnitelman mukaisiin kohtiin ja korkoon, tarkemmitataan ja valokuvataan
- Putkenympäristäyttö tehdään hienojakoisella aineksella
- Täyttö täkkäämällä
- Tiivistys tehdään oikean kokoisella koneella
- Kaivot ja putket routasuojataan
- Viemärit kuvataan sisältä
- Salaojiin tehdään vesikoe
- Tehdään putkista tarkepiirustukset
- Kaivojen yläpään korko oikea ja kaivojen oltava huollettavissa

8. Kapillaarikatko ja veden eristys

- Kapillaarikatkokerros oikeaa materiaalia ja oikea kerrospaksuus
- Asennetaan vaatimustenmukaiset suodatinkankaat
- Tiiveyden mittaus kapillaarikerroksesta
- Suunnitelmat täytyy olla oikein
- Ennen vedeneristystä pinnat täytyy olla oikaistu ja kulmat pyöristetty
- Vedenpainerakenteissa laipalliset läpimenot, paisuvat nauhat ja lopuksi tehdään koepaineistus
- Pihakansien läpivienneissä oltava huolellinen
- Ennen vedeneristystä betoni riittävän kuivaa
- Vedeneristettä ei saa rikkoa täyttötöyön aikana
- Vedeneristysmateriaali täytyy olla oikeaa ja laittaa oikealla kerrospaksuudella
- Vedeneristäjien ammattitaidon varmistaminen
- Vedeneristyksestä on tehtävä tarkastuspöytäkirja

9. Materiaalien tuotekelpoisuudet (sorat, putket, eristeet, ym.)

- Sorista, putkista ja eristeistä tulee löytyä CE- merkintä
- Sorien silmämääräinen arviointi
- Materiaalin kelpoisuuden dokumentointi
- Materiaalien suojaus ja varastointi oikein työmaalla, niin että ne säilyvät ehjänä

10. Täyttötöyöt

- Oikeat materiaalit ja rakeisuudet
- Tiiveyden varmistaminen tiiveyskokein ja tulosten dokumentointi
- Liittymäkorkojen varmistaminen
- Vältetään perusmaan liiallista häiriintymistä
- Asennetaan vaatimustenmukaiset suodatinkankaat
- Tehdään suunnitelmien mukaiset oikeat kerrospaksuudet
- Täyttö tehdään sulilla maa-aineksilla, joissa ei ole lunta, eikä jäätä
- Tiivistys tehdään oikeanpaksuisilla kerroksilla tiivistyskoneen mukaan
- Maa-aineksen oikea kosteus tiivistäessä
- Putkien kannakointi suunnitelmien mukaan kantavaan laattaan

11. Radon

- Radonputkistot tehdään suunnitelmien ja RT-kortin mukaan
- Täytösorien radonpitoisuuksien huomioiminen
- Radonin kokoamiseen tarkoitettu sorakerros on oltava oikean paksuinen
- kaulan läpi mentäessä umpiputki
- Laatan saumojen ja reunojen tiivistys

12. Eristäminen

- Eristeet asennetaan suunnitelmien mukaan
- Eristepohja painumaton ja tasainen
- Saumat limitetään
- Routaeristeiden ala- ja yläpuolella hienojakoinen täyttömateriaali
- Oikea eristelujuus käyttökohteen mukaan
- Maan rakennekerrosten muuttuessa siirtymäkiilat huomioitava
- Rakenne- tai pohjarakennesuunnittelija suunnittelee siirtymäkiilat
- Kaivot eristetään routamatolla

13. Piha- ja liikennealueet sekä kylmät piharakennukset

- Perusmaan korko tarkistetaan
- Perusmaan muotoilu niin, että vesi ei jää seisomaan
- Liikennealueet ja kylmät rakennukset routaeristetään kauttaaltaan tai perustetaan routarajan alapuolelle
- Eristealuetta jatketaan riittävän pitkälle asfaltin tai perustuslinjan reunasta
- Eristeellä suunnitelmien mukainen riittävä puristuslujuus
- Eristeiden liittyminen tontin rajalla
- Suunnitelmien mukaiset siirtymäkiilat
- Viemäriinjat eristetään
- Kaapeleiden ja putkien paikat tarkemmitataan
- Täyttökerroksista tiiveyskoe
- Piha-alueelle on tehtävä tasauspiirustus, jossa näkyvät pintakaadot ja kaivon kohdat

14. Työturvallisuus

- Maalajin vaikutus huomioitava kaivantojen tukemistarvetta arvioitaessa
- Kaivutyöstä oltava työturvallisuussuunnitelma ja kaivupiirustus
- Koneet ja laitteet on oltava tarkastettuja ennen töiden aloitusta
- Liikennealueella on mahdollisesti rakennusvalvonnan määräämiä työaikoja
- Ympäristön asukkaiden huomioiminen
- Työntekijät perehdytetään

15. Muita asioita, mitä pitäisi huomioida perustusvaiheessa, jotta rakentaminen tapahtuisi laadukkaasti ja ohjeiden ja määräysten mukaisesti?

- Suunnitelmat täytyy olla ajantasalla
- Katualueella toimittaessa huomioitava kadun vuokraus, puhdistus, liikennemerkkit ja tarvittavat luvat
- Tekijöiden ammattitaidon varmistaminen
- Suunnitelmista poiketaan vain suunnittelijan luvalla
- Työvaiheista pidetään aloituspalaverit
- Vaikka rakenteet jäävät piiloon, on työn tarkkuus ja huolellisuus oltava samalla tasolla, kuin näkyvillä rakenteilla

Hankkeen aloitus	pvm.	Työnjohdon kuittaus
Rakennus- tai purkulupa on lainvoimainen ja aloitusilmoitukset viranomaisille on tehty		
Tarvittavat tutkimukset ja katselmukset on tehty: ympäristön rakennukset, pohjatutkimus ja haitta-aine kartoitus		
Rakennuspiirustukset ovat valmiit ja ajan tasalla		
Ennen kaduilla ja yhteisillä alueilla tehtäviä töitä on tehty katutyöilmoitus ja saatu katutyölupapäätös kunnalta		
Työvaiheen aloitus		
Työnturvallisuus suunnitelma on tehty ennen työvaiheen aloittamista		
Työntekijät on perehdytetty ja aloituspalaveri on pidetty ennen työvaiheen aloittamista		
Työvaiheen työntekijällä on riittävä ammattitaito		
Koneet ja laitteet on oltava tarkastettuja ennen töiden aloitusta		
Liiallinen pölyn, melun ja värinän leviäminen ympäristöön eri työvaiheissa on estetty		
Rakennustyömaa on järjestyksessä ja siitä ei ole haittaa lähiympäristölle		
Raivaus ja purku		
Tontti on aidattu		
Paikalleen jäävät rakenteet ja kasvustot on suojattu		
Purkumateriaalien lajittelu ja loppusijoitus on tehty oikein		
Purkumateriaali näytteet on tutkittu ja tiedot on dokumentoitu		
Jätteensiirtoasiakirjat on dokumentoitu		
Purkutyö on tehty riittävän syvälle, ja rakennuspaikka on siistitty		
Kaivutyö ja louhinta		
Pohjarakennesuunnitelma on tehty		
Sähkö- ja putkinäytöt on tehty ennen kaivutyön aloittamista		
Kaivantojen tuenta tai luiskaus on etukäteen suunniteltu pätevän henkilön toimesta		
Talvirakentamisessa perusmaan jäätyminen on estetty		
Pohja on kaivettu oikeaan korkoon, ja perusmaa on muotoiltu oikein, niin ettei vesi jää painanteisiin		
Perusmaata on häiritävä mahdollisimman vähän		
Rakennusvalvonnan lupapäätöksenmukaiset katselmukset on pidetty		
Louhintatyö- ja räjäytyssuunnitelma on tehty		
Louhintatyön luvat ja ilmoitukset ovat kunnossa		
Louhittu kaivanto on riittävän leveä ja syvä		
Louhittu kaivannonpohja täyttää sille asetetut vaatimukset		

Pohjavesi	pvm.	Työnjohdon kuittaus
Pohjavedenpinnan alapuolelle kaivaessa työvaiheet on ennalta huolellisesti suunniteltu ja valmistettu		
Pohjavedenpinnan muutokset on estetty ympäristössä jos läheisille rakennuksille on siitä haittaa		
Pohjaveden saastuminen on ehkäistävä		
Paalutus		
Katselmus ympärillä oleviin rakennuksiin sekä asukasilmoitukset on tehty		
Koepaalutus on tehty		
Paaluja on käsitelty ohjeiden mukaan, ja ne ovat olleet ehjiä asennettaessa		
Paalutuspöytäkirja ja paalujen tarkemittaus on tehty sekä tiedot on toimitettu rakennesuunnittelijalle ja rakennusvalvontaan		
Suunnittelija on todennut mahdollisten lisäpaalujen ja anturamuutosten tarpeet		
Salaojat, viemärit ja sadevesiputket		
Putkiarinat on tehty huolellisesti ja materiaali, kaltevuus ja korko ovat oikea		
Putket ovat suunnitelmien mukaisia		
Putket on asennettu suunnitelman mukaisesti kohtiin ja niissä on oikea kaato. Putket on tarkemittattu ja valokuvattu. Mittaukset on dokumentoitu.		
Viemäriputkien alusta ja ympärystäyttö on tehty hienojakoisella aineksella		
Salaojaputken ympärillä on salaojasora tai sepeli, sekä suodatinkangas		
Täyttö on tehty huolellisesti niin että putket ovat pysyneet paikallaan		
Tiivistys tehty oikean kokoisella koneella varoen putkien rikkoontumista		
Kaivot ja putket on routasuojattu suunnitelmien mukaan		
Viemärit on kuvattu sisältä ja kuvaus on dokumentoitu		
Kaivojen yläpään korko oikea ja kaivot ovat huollettavissa		
Kapillaarikatko		
Vaatimusten mukaiset suodatinkankaat on asennettu		
Kapillaarikatkokerroksessa materiaali ja kerrospaksuus ovat oikea		
Kapillaarikerroksesta on mitattu kantavuus		

Anturat ja sokkelit	pvm.	Työnjohdon kuittaus
Perustukset on tehty suunnitelmien mukaan ja oikeilla materiaaleilla		
Raudoituksilla on oikeat suojabetonikerrokset		
Betoni on oikeaa rasitusluokkaa ja lujuutta		
Talvirakentamisessa on betoni suojattu jäätymiseltä		
Säälle alttiissa rakenteissa säänkestävä betoni		
Jos suunnitelmista on poikettu, niin suunnittelija on hyväksynyt muutokset ja piirustukset on päivitetty.		
Halkaistussa sokkelissa on ollut vesireiät auki ennen patolevyn asennusta		
Vedeneristäminen		
Ennen vedeneristystä pinnat on oikaistu ja kulmat pyöristetty		
Alusta täyttää vedeneristysmateriaalivalmistajan antamat vaatimukset		
Vedeneristysmateriaali on oikea		
Vedenpaine rakenteissa on suunnitelman mukaiset läpimenot ja työsaumat, sekä lopuksi on tehty koepaineistus		
Pihakansien vesieristysten läpiviennit on tehty huolellisesti suunnitelmien mukaan		
Vedeneristettä ei ole rikottu täyttötöön aikana		
Vedeneristyksistä on tehty tarkastuspöytäkirja		
Materiaalien tuotekelpoisuudet		
Putkista, eristeistä ja elementeistä löytyy CE-merkintä, sekä niistä on dokumentoitu tuotteen myyjän toimittama suoritustasoilmoitus (DoP)		
Sorista on toimitettu todistus CE-merkinnästä, ja ne on dokumentoitu		
Sorat ovat silmämääräisesti arvioituna tilattua laatua		
Teräksistä löytyvät sertifiointidokumentit.		
Betonin valmistajalla on varmennustodistus		
Materiaalien suojaus ja varastointi on tehty oikein työmaalla niin että ne säilyvät ehjänä		
Täyttötöyt		
Täyttömateriaalit ja niiden rakeisuudet ovat oikeita		
Suodatinkangas tai eristehiekkakerros on asennettu suunnitelmien mukaan		
Rakennekerroksilla on oikeat kerrospaksuudet		
Maatäytöt on tehty sulilla maa-aineksilla, joissa ei ole lunta eikä jäätä.		
Täyttökerroksiin ei ole jäänyt orgaanista materiaalia		
Tiivistys on tehty oikeilla kerrospaksuuksilla tiivistyskoneen mukaan		
Rakennesuunnittelija määrittelemät tiiveys- tai kantavuusvaatimukset on ylitetty ja mittauksesta on dokumentti		

Radon	pvm.	Työnjohdon kuittaus
Radonputkistot ja radontäyttökerrokset on tehty suunnitelmien ja RT- kortin mukaan		
Eristäminen		
Eristeet on asennettu suunnitelmien mukaan		
Eristepohja on painumaton ja tasainen. Ulkopuolen routaeristeet kuitenkin viettävät ulospäin		
Eristeiden saumat on limitetty		
Routaeristeiden ala- ja yläpuolella on hienojakoinen täyttömateriaali		
Eristelujuus on oikea käyttökohteen mukaan		
Piha- ja liikennealueet sekä kylmät piharakennukset		
Liikennealueet ja kylmät rakennukset on routaeristetty kauttaaltaan tai on perustettu routarajan alapuolelle		
Eristealuetta on jatkettu riittävän pitkälle eteenpäin asfaltin tai perustuslinjan reunasta		
Maan rakennekerrosten muuttuessa siirtymäkiilat on huomioitu ja suunniteltu		
Routarajan yläpuoliset viemäri-, salaoja- ja sadevesiputket on eristetty		
Piha-alueelle on tehty tasauspiirustus, jonka mukaan on tehty pintakaadot ja sadevesikaivot		